

Penerapan Metode Pewarnaan Graf dalam Penjadwalan Mata Kuliah

Kalilah Saputra Hidayat¹, Moh. Babur Rizki², Ahamad Mauluddin³

Program Studi Pendidikan Bahasa Inggris Universitas Nurul Jadid, Indonesia^{1,2,3}
{kalilahsaputrahidayat2001@gmail.com¹, rizkygans678@gmail.com²,
mauludina148@gmail.com³}

Abstrak. Penelitian ini berisi pewarnaan graf untuk memecahkan masalah penjadwalan kuliah. Metodenya adalah studi pustaka dalam mengumpulkan informasi baik dari buku maupun jurnal. Pewarnaan graf dilakukan agar dua verteks yang dihubungkan oleh sisi tidak memiliki warna yang sama. Solusi yang dihasilkan berupa paket matakuliah yang bebas dari tabrakan. Paket tersebut akan dialokasikan ke dalam slot ruang dan waktu. Konstrains harus diperhatikan dalam alokasi matakuliah Universitas Nurul Jadid. Kesimpulannya bahwa pewarnaan graf dapat digunakan untuk menghasilkan paket matakuliah yang dapat berjalan tanpa adanya tabrakan.

Kata Kunci: Penjadwalan, Metode Pewarnaan Graf

Abstract. This study contains graph coloring to solve the problem of scheduling lectures. The method is a literature study in collecting information both from books and journals. Graph coloring is carried out so that the two vertices connected by the sides do not have the same color. The resulting solution is in the form of a course package that is free from collisions. The package will be allocated into the time and space slot. The constrain must be considered in the allocation of courses at Nurul Jadid University. The conclusion is that graph coloring can be used to produce course packages that can run without collisions.

Keywords: Scheduling, Graph Coloring Method

LATAR BELAKANG

Pemanfaatan sumber daya manusia dalam sebuah aplikasi yang tepat dapat mempermudah pengguna untuk menyelesaikan pekerjaan dalam skala kecil atau besar, pemanfaatan yang tepat akan sangat membantu dalam kelancaran atau kecepatan penyelesaian berbagai macam pekerjaan. Pemanfaatan sumber daya manusia dalam sebuah aplikasi yang tepat dapat mempermudah pengguna untuk menyelesaikan pekerjaan dalam skala kecil

atau besar, pemanfaatan yang tepat akan sangat membantu dalam kelancaran atau kecepatan penyelesaian berbagai macam pekerjaan.

Penjadwalan merupakan kegiatan yang harus dimiliki oleh setiap orang, kegiatan rutin yang tersusun dengan rapi dapat membantu dalam aktivitas sehari-hari. Dalam sebuah instansi atau lembaga khususnya misalnya STMIK Widya Cipta Dharma, memiliki agenda-agenda yang harus diselesaikan dengan cepat dan tepat, salah satu agendanya adalah jadwal perkuliahan yang dikerjakan oleh program studi. Masalah yang harus dihindari dalam pembuatan jadwal perkuliahan salah satunya adalah pada waktu dan ruangan yang sama terdapat mata kuliah lebih dari satu. Untuk menghindari terjadinya tumpang tindih antara mata kuliah, dosen, ruangan dan waktu. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut adalah dengan menggunakan metode pewarnaan graf dengan algoritma pewarnaan barisan-sederhana pada sisi. Berdasarkan latar belakang masalah tersebut. Aplikasi yang dibuat dengan penerapan metode pewarnaan graf untuk penjadwalan mata kuliah, diharapkan dapat mempermudah program studi dalam menyusun jadwal perkuliahan tiap semesternya.

METODE PENELITIAN

Metode pengumpulan data yang digunakan untuk mengolah informasi dibagi menjadi 2 (dua) yaitu :

Studi Lapangan

Metode yang digunakan dalam studi lapangan adalah:

- a. Wawancara, pengumpulan data dengan melakukan tanya jawab sepihak yang dilakukan secara sistematis dan berlandaskan kepada tujuan penelitian, yaitu dengan mewawancarai beberapa pihak yang terlibat pada proses penjadwalan.
- b. Observasi, pengumpulan data dengan cara melakukan pengamatan melalui kelayakan terhadap objek yang ingin diteliti dan dilakukan dalam situasi khusus.

Studi Pustaka

Metode yang digunakan untuk mendapatkan informasi adalah dengan mempelajari dari beberapa sumber yang berkaitan dengan judul penelitian sebagai referensi dan dijadikan sebagai bahan perbandingan, adapun referensi yang digunakan sebagai berikut :

1. Kajian Empiris

Penelitian tentang pewarnaan graf yang sama telah banyak dilakukan antara lain:

- a. Perancangan Sistem Penjadualan Kuliah di Jurusan Bhs. Inggris Ft. Untrirta Menggunakan Teknik Pewarnaan *Graph Algoritma Backtracking Welch-Powell*. Pada penelitian ini, menjelaskan bahwa penjadwalan kuliah menggunakan teori graph, data yang berhubungan dengan jadwal diubah dalam bentuk graph, kemudian untuk mengetahui banyaknya warna untuk solusi awal digunakan bilangan kromatik, untuk menyelesaikan masalah pewarnaan graph digunakan algoritma *backtracking Welch-Powell* [1].
- b. Penerapan Pewarnaan Simpul Graf untuk Menentukan Jadwal Ujian Skripsi Pada Fakultas PBI Menggunakan Algoritma *Welch-Powell*. Pada penelitian ini, penjadwalan ujian skripsi menggunakan teknik pewarnaan simpul graf dengan menggunakan algoritma *Welch-powell*, hasil penelitian memperlihatkan bahwa algoritma ini dapat diterapkan dalam pembuatan jadwal skripsi dengan memberikan hasil penjadwalan yang lebih baik dari metode sebelumnya [2].

2. Pewarnaan Graf adalah sebuah metode pelebelan. pada sebuah graf. Pelebelan tersebut merupakan pemberian warna pada simpul, sisi ataupun wilayah (*region*). Dalam pewarnaan pada *indeks* kromatik atau angka kromatik sisi yang disimbolkan $x'(G)$ yaitu angka terkecil yang diperlukan untuk pewarnaan sisi graf G

Ada beberapa macam teknik pewarnaan dalam graf yaitu

- a. Pewarnaan Simpul, merupakan cara mewarnai simpul-simpul suatu graf sedemikian hingga tidak ada dua simpul bertetangga yang berwarna sama dengan kata lain warna pada simpul boleh sembarang asalkan berbeda dengan simpul tetangganya.
- b. Pewarnaan Sisi, merupakan suatu proses mewarnai pada garis (edges) dengan warna-warna tertentu sehingga setiap titik (vertex) yang bertemu pada titik (vertex) yang sama mempunyai warna yang berbeda. Cara mewarnai sisi k dinamakan pewarnaan sisi k.
- c. Pewarnaan Wilayah, merupakan teknik mewarnai masing-masing wilayah graf sehingga tidak ada warna yang sama pada wilayah graf yang bersebelahan.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi pustaka atau studi literatur yaitu mengumpulkan informasi baik dari buku maupun jurnal yang terkait dengan metode pewarnaan graf dan algoritma **flowchart**. kemudian menerapkannya untuk menyelesaikan masalah penjadwalan kuliah mahasiswa Prodi Bhs.Inggris. Langkah-langkah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan sumber-sumber pustaka yang terkait dengan masalah penjadwalan, dan berhubungan dengan pewarnaan graf serta algoritma **flowchart** untuk menyelesaikan masalah penjadwalan.
2. Mengkaji metode pewarnaan graf dan algoritma **flowchart**.
3. Menentukan contoh masalah penjadwalan kemudian mengumpulkan data-data yang berhubungan dengan contoh tersebut.
4. Menganalisa informasi-informasi yang diperoleh berdasarkan teori yang ada, khususnya yang terkait dengan metode pewarnaan graf menggunakan algoritma **flowchart** untuk menyelesaikan masalah penjadwalan.
5. Pembuatan program untuk mengatasi masalah penjadwalan praktikum dengan pewarnaan graf.

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membangun sistem yang dapat mendukung keputusan penjadwalan kuliah dengan pewarnaan **black box** graf menggunakan algoritma **flow-chart**.
2. Meminimalkan banyaknya warna yang digunakan untuk mewarnai setiap vertex.
3. Membangun sistem penjadwalan kuliah yang mampu melakukan pencarian slot ruang dan waktu untuk mengatasi masalah terstruktur yang muncul dari:
 - Matakuliah: Teori dan Praktikum
 - Dosen: Konflik jadwal mengajar dosen (dosen mengajar lebih dari satu matakuliah pada waktu yang sama), hari dan waktu berhalangan mengajar dosen
4. Menemukan solusi untuk mengatasi konflik penjadwalan kuliah Bhs. Inggris di UNUJA sehingga diperoleh kombinasi terbaik antara matakuliah-matakuliah yang dapat berjalan bersamaan tanpa mengalami tabrakan.

Pada tahapan ini proses yang dilakukan untuk pengembangan dan menganalisa adalah :

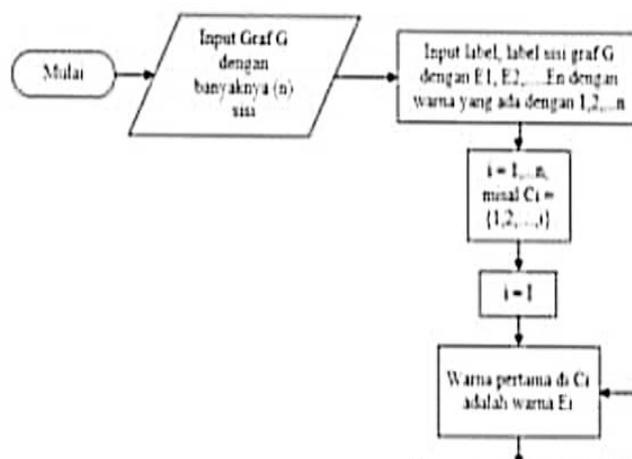
- a. Analisis Data adalah mengenai data apa saja yang akan diproses, baik sebagai masukan maupun keluaran. Data yang di perlukan antara lain :
 - 1) Data Dosen, data yang berisikan nama dosen yang mengajar pada Universitas Nurul Jadid.
 - 2) Data Mata Kuliah, data mata kuliah berisi daftar mata kuliah yang ada pada Universitas Nurul Jadid. Daftar mata kuliah untuk prodi Bhs.inggris, dan mata kuliah yang ada pada Bhs. Inggris.
 - 3) Data Ruangan, data ruangan berisi daftar ruangan yang ada pada Universitas Nurul Jadid.

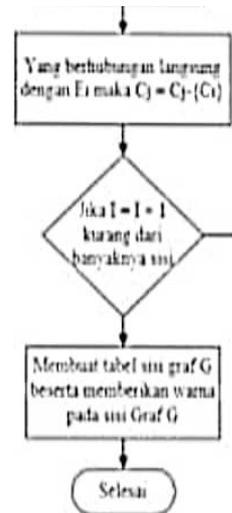
Dimana untuk ruangan yang biasa digunakan untuk prodi Bhs. Inggris adalah ada 5 ruangan yaitu ruang 2, 4/6, 12, 14 dan 15. Untuk prodi Bhs. Inggris ruangan yang biasa digunakan ada 5 ruangan yaitu ruang 1, 3/5, 11, 16 dan 17. Sedangkan untuk prodi PAI dan Ekonomi Syariah ruangan yang biasa digunakan ada 4 ruangan yaitu ruang 7, 8, 9 dan 10.

- 4) Data Kelas, data kelas berisi tentang daftar kelas yang ada pada prodi Bhs. Inggris, pendidikan agama Islam dan Ekonomi Syariah pada Universitas Nurul Jadid.
- 5) Data Waktu, data waktu berisi tentang waktu-waktu yang digunakan dalam proses mengajar yang dilakukan pada Universitas Nurul Jadid. Dimana untuk mata kuliah 2 sks kelas pagi dimulai pada jam 08.00-11.40, untuk mata kuliah 3 sks pada jam 13.00-15.30. Sedangkan untuk kelas malam, mata kuliah 3 sks ditempatkan pada hari Senin dan Selasa pada jam 19.00-20.15, sedangkan mata kuliah 2 sks dimulai dari jam 16.30-22.00 tiap harinya kecuali hari Senin dan Selasa hanya ada pada jam 16.30.

b. Analisis Sistem

Pada tahap ini bertujuan untuk memberikan gambaran umum kepada pemakai tentang sistem teknologi informasi yang baru dengan menggunakan alat bantu perancangannya adalah **Flowchart**.





Gambar 1. *Flowchat* Algoritma Pewarnaan Barisan Sederhana Pada Sisi

Pada gambar 1 merupakan alur *flowchart* dari sistem penjadwalan pada Universitas Nurul Jadid menggunakan metode pewarnaan graf pada sisi. Dimulai dari menginputkan banyaknya sisi yang ada pada graf G dan dilanjutkan pada step-step sebagai berikut :

- 1) Step 1 : Memberikan label kepada setiap sisi yang ada pada graf G dengan label E_1, E_2, \dots, E_n . Dan warna yang disediakan sama dengan banyaknya sisi yang ada pada graf G.
- 2) Step 2 : i sama dengan banyaknya sisi yang ada pada graf G. Dan C_i adalah daftar warna yang disediakan untuk memberikan warna pada graf G.
- 3) Step 3 : i sama dengan I , I dimulai dari 1 atau sisi 1 (E_1)
- 4) Step 4 : Warna pertama yang disediakan pada step 2 (C_i), maka warna tersebut adalah warna yang akan
- 5) diberikan pada E_i
- 6) Step 5 : Yang berhubungan langsung dengan sisi yang sedang dieksekusi, maka sisi yang berhubungan tidak dapat menggunakan warna yang sama dengan sisi yang sedang dieksekusi. Dan $i = I + 1$. Apabila hasil i lebih dari banyaknya sisi yang ada pada graf G maka lanjut pada

step 6, jika kurang atau sama dengan sisi yang ada pada graf G maka kembali melakukan step 4.

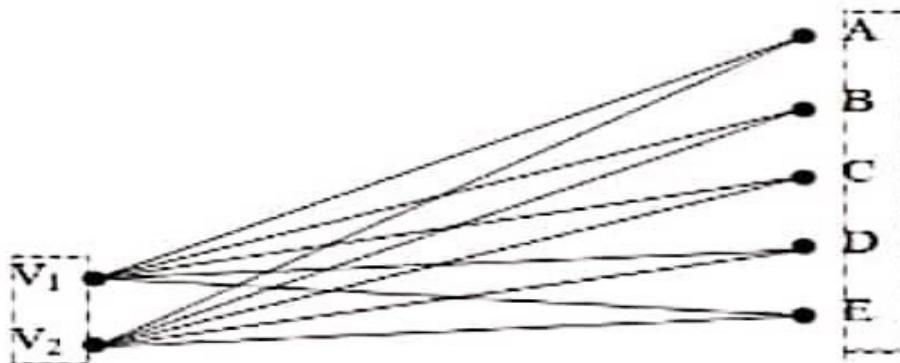
7) Step 6 : Membuat tabel hasil pewarnaan sisi pada graf G.

IMPLEMENTASI

Setelah semua dianalisis, maka tahap selanjutnya adalah implementasi

1. Proses Pewarnaan Graf

Proses pewarnaan graf antara *vertex* kelas dan *vertex* mata kuliah pada kelas dan mata kuliah 2 sks di semester I pada prodi Bhs.inggris kelas pagi.



Gambar 2. Graf kelas yang ada di semester 1, mata kuliah 2 sks di semester 1, dan kelas pagi

Pada gambar 2 dijelaskan bahwa :

$V_1 = PA$

$V_2 = PB$

A = Agama Islam

B = Pendidikan Kewarga Negara

C = Bahasa Inggris I

D = Fisika

E = Bahasa Indonesia

1 = Biru, 2 = Merah, 3 = Hijau, 4 = Ungu, 5 = Hitam, 6 = Orange, 7 = Hitam, 8 = Biru Laut, 9 = Coklat, 10 = Abu-Abu.

Diketahui:

$E_1 = V_1 - A$, $E_2 = V_1 - B$, $E_3 = V_1 - C$, $E_4 = V_1 - D$, $E_5 = V_1 - E$,

$E_6 = V_2 - A$, $E_7 = V_2 - B$, $E_8 = V_2 - C$, $E_9 = V_2 - D$, $E_{10} = V_2 - E$.

Langkah-langkah penyelesaian :

Step 1 : Label warna yang tersedia adalah 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10.

Step 2 : $C1=\{1\}$, $C2=\{1,2\}$, $C3=\{1,2,3\}$, $C4=\{1,2,3,4\}$,
 $C5=\{1,2,3,4,5\}$, $C6=\{1,2,3,4,5,6\}$

$C7=\{1,2,3,4,5,6,7\}$, $C8=\{1,2,3,4,5,6,7,8\}$,
 $C9=\{1,2,3,4,5,6,7,8,9\}$

$C10=\{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10\}$

Step 3 : $i = 1$

Step 4 : 1 adalah warna pertama di $C1$. Jadi warna sisi $E1$ dengan warna 1

Step 5 : sisi yang berhubungan langsung dengan titik yang ada di $E1$ adalah $E2, E3, E4, E5, E6$.

$C2 = \{1,2\} - \{1\} = \{2\}$

$C3 = \{1,2,3\} - \{1\} = \{2,3\}$

$C4 = \{1,2,3,4\} - \{1\} = \{2,3,4\}$

$C5 = \{1,2,3,4,5\} - \{1\} = \{2,3,4,5\}$

$C6 = \{1,2,3,4,5,6\} - \{1\} = \{2,3,4,5,6\}$

$i = 1+1 = 2$

Step 4 : $E2 = 2$

Step 5 : sisi yang berhubungan langsung dengan titik yang ada di $E2$ adalah $E3, E4, E5, E7$.

$C3 = \{2,3\} - \{2\} = \{3\}$

$C4 = \{2,3,4\} - \{2\} = \{3,4\}$

$C5 = \{2,3,4,5\} - \{2\} = \{3,4,5\}$

$C7 = \{1,2,3,4,5,6,7\} - \{2\} = \{1,3,4,5,6,7\}$

$i = 2+1 = 3$

Step 4 : $E3 = 3$

Step 5 : sisi yang berhubungan langsung dengan titik yang ada di $E3$ adalah $E4, E5, E8$.

$C4 = \{3,4\} - \{3\} = \{4\}$

$C5 = \{3,4,5\} - \{3\} = \{4,5\}$

$C8 = \{1,2,3,4,5,6,7,8\} - \{3\} = \{1,2,4,5,6,7,8\}$

$i = 3+1 = 4$

Step 4 : $E4 = 4$

Step 5 : sisi yang berhubungan langsung dengan titik yang ada di $E4$ adalah $E5, E9$.

$C5 = \{4,5\} - \{4\} = \{5\}$

$C9 = \{1,2,3,4,5,6,7,8,9\} - \{4\} = \{1,2,3,5,6,7,8,9\}$

$i = 4+1 = 5$

Step 4 : $E5 = 5$

Step 5 : sisi yang berhubungan langsung dengan titik yang ada di $E5$ adalah $E10$.

$C10 = \{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10\} - \{5\} = \{1,2,3,4,6,7,8,9,10\}$

$i = 5+1 = 6$

Step 4 : $E6 = 2$

Step 5 : sisi yang berhubungan langsung dengan titik yang ada di E6 adalah E7, E8, E9, E10.

$$C7 = \{1, 3, 4, 5, 6, 7\} - \{2\} = \{1, 3, 4, 5, 6, 7\}$$

$$C8 = \{1, 2, 4, 5, 6, 7, 8\} - \{2\} = \{1, 4, 5, 6, 7, 8\}$$

$$C9 = \{1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9\} - \{2\} = \{1, 3, 5, 6, 7, 8, 9\}$$

$$C10 = \{1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10\} - \{2\} = \{1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10\}$$

$$i = 6 + 1 = 7$$

Step 4 : E7 = 1

Step 5 : sisi yang berhubungan langsung dengan titik yang ada di E7 adalah E8, E9, E10.

$$C8 = \{1, 4, 5, 6, 7, 8\} - \{1\} = \{4, 5, 6, 7, 8\}$$

$$C9 = \{1, 3, 5, 6, 7, 8, 9\} - \{1\} = \{3, 5, 6, 7, 8, 9\}$$

$$C10 = \{1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10\} - \{1\} = \{3, 4, 6, 7, 8, 9, 10\}$$

$$i = 7 + 1 = 8$$

Step 4 : E8 = 4

Step 5 : sisi yang berhubungan langsung dengan titik yang ada di E8 adalah E9, E10.

$$C9 = \{3, 5, 6, 7, 8, 9\} - \{4\} = \{3, 5, 6, 7, 8, 9\}$$

$$C10 = \{3, 4, 6, 7, 8, 9, 10\} - \{4\} = \{3, 6, 7, 8, 9, 10\}$$

$$i = 8 + 1 = 9$$

Step 4 : E9 = 3

Step 5 : sisi yang berhubungan langsung dengan titik yang ada di E9 adalah E10.

$$C10 = \{3, 6, 7, 8, 9, 10\} - \{3\} = \{6, 7, 8, 9, 10\}$$

$$i = 9 + 1 = 10$$

Step 4 : E10 = 6

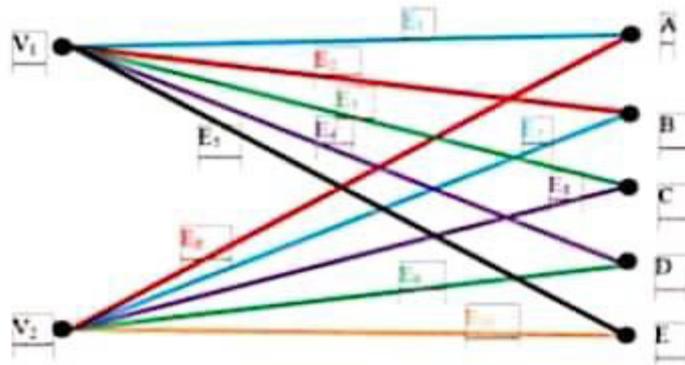
Step 5 : sisi yang berhubungan langsung dengan titik yang ada di E10 semua sudah di eksekusi jadi lanjut ke step 6.

Step 6 : Table titik titik G dan warnanya

Tabel 1. Hasil Pewarnaan

E(G)	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇	E ₈	E ₉	E ₁₀
Warna E _i	1	2	3	4	5	2	1	4	3	6

Hasil dari pewarnaan graf sebagai berikut :



Gambar 3. Hasil Pewarnaan

Pada gambar 2, adalah hasil hari pewarnaan antara vertex kelas dan mata kuliah 2 sks yang ada pada semester I prodi Bhs.inggris kelas pagi. Jadi, untuk slot waktu yang digunakan adalah 6 waktu. Untuk waktu pada kelas pagi yaitu dari jam 08.00-15.30. Untuk warna yang sama bisa menggunakan waktu yang sama tetapi ruangan yang berbeda.

1. Warna Biru untuk (PA,Agama Islam), (PB,Alpro Dasar)
2. Warna Merah untuk (PA,Alpro Dasar), (PB,Agama Islam)
3. Warna Hijau untuk (PA, Bahasa Inggris I), (PB,Fisika)
4. Warna Ungu untuk (PA,Fisika), (PB,Bahasa Inggris I)
5. Warna Hitam untuk (PA, Bahasa Indonesia)
6. Warna Orange untuk (PB, Bahasa Indonesia)

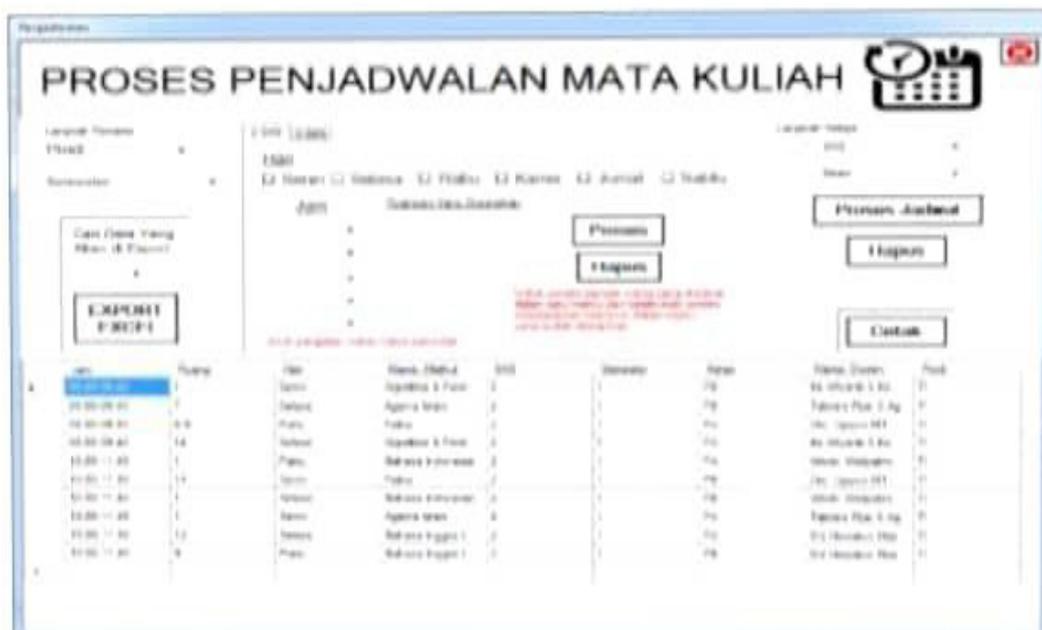
Adapun hasil dari pewarnaan graf untuk mata kuliah 2 sks pada semester 1 kelas pagi prodi teknik informatika yaitu ada 6 warna yang di dapatkan pada gambar 3, 6 warna yang didapatkan pada graf G pada penjadwalan ini digunakan untuk waktu pada penjadwalan mata kuliah. Jadi, 6 warna adalah 6 waktu yang dapat digunakan pada mata kuliah 2 sks semester 1 kelas pagi teknik informatika. Untuk penjadwalan mata kuliah ini, pada warna yang sama maka dapat menggunakan waktu yang sama tetapi untuk ruangan yang berbeda. Hasil penjadwalan dapat dilihat pada tabel 2 sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil Jadwal

Warna	Jam	Ruangan	Hari	Matkul	Kelas
Biru	08.00-09.40	7	Senin	Agama Islam	PA
Biru	08.00-09.40	9	Senin	Alpro Dasar	PB
Merah	08.00-09.40	9	Selasa	Alpro Dasar	PA
Merah	08.00-09.40	12	Selasa	Agama Islam	PR
Warna	Jam	Ruangan	Hari	Matkul	Kelas
Ungu	10.00-11.40	4/6	Senin	Fisika	PA
Ungu	10.00-11.40	10	Senin	Bahasa Inggris I	PB
Hitam	10.00-11.40	12	Selasa	Bahasa Indonesia	PA
Orange	10.00-11.40	10	Rabu	Bahasa Indonesia	PB

2. Tampilan Interface

Pada gambar 4, merupakan proses penjadwalan matakuliah secara otomatis, data yang harus diinputkan terlebih dahulu adalah data dosen pengampu matakuliah, data kelas, data ruang dan data waktu, setelah data yang diperlukan sudah tersedia maka klik tombol Proses Jadwal, dari proses jadwal tersebut akan tampil jadwal matakuliah yang sesuai dengan data dosen yang telah diinputkan sebelumnya.



3. Pengujian

Pengujian menggunakan Black Box Testing. Metode ini dilakukan dengan cara menjalankan atau mengeksekusi program yang dihasilkan. Kemudian diamati apakah hasil dari program tersebut sesuai dengan hasil yang di-

inginkan. Pengujian ini akan menguji secara detail dari tombol tambah dan tombol proses, hasil yang diharapkan adalah keberhasilan. Jika masih terdapat kesalahan atau terdapat hasil yang tidak sesuai dengan yang diinginkan, maka kesalahan ataupun ketidaksesuaian tersebut dicatat untuk selanjutnya dicek satu per satu dan diperbaiki.

Table 3. Pengujian Black Box

No	Uraian	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian
1	Tombol Tambah	Pada saat ingin tambah data maka klik tombol tambah, maka akan tampil <i>form input</i> guna untuk memasukkan data baru.	<input checked="" type="checkbox"/> Berhasil <input type="checkbox"/> Tidak berhasil
2	Tombol Proses	Ketika pengguna klik tombol proses, sistem akan langsung melakukan proses penjadwalan.	<input checked="" type="checkbox"/> Berhasil <input type="checkbox"/> Tidak berhasil

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh penulis, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem merancang model relasi graf **flowchart** berdasarkan pengambilan matakuliah oleh mahasiswa sehingga setiap verteks matakuliah pasti bertetangga dengan minimal satu verteks matakuliah lain.
2. Paket-paket matakuliah yang berhasil dibentuk melalui pewarnaan graf dengan algoritma **flowchart**. adalah paket-paket matakuliah yang bebas dari tabrakan.
3. Pewarnaan graf dengan algoritma **flowchart**. dapat diterapkan untuk sembarang graf dengan m verteks dan n warna.
4. Batasan halangan mengajar dosen akan optimal jika masih terdapat slot waktu yang kosong untuk halangan mengajar seluruh dosen pada setiap matakuliah.
5. Batasan praktikum berbeda minimal satu hari dengan teori-nya dan matakuliah teorinya harus lebih dulu dari praktikum akan optimal jika tidak ada matakuliah teori yang dialokasikan oleh sistem pada hari jumat. Hal

itu menyebabkan matakuliah praktikum gagal dialokasikan.

6. Sistem dapat mengalokasikan matakuliah berdasarkan paradigma untuk dosen.

Akan tetapi, jika alokasi matakuliah berdasarkan paradigma untuk mahasiswa, maka tidak semua matakuliah berhasil dijadwalkan.

1.1 Saran

Karena fokus dari penelitian yang dilakukan penulis adalah pembentukan paket matakuliah yang bebas dari tabrakan sehingga diperlukan beberapa pengembangan terhadap sistem agar jadwal yang dihasilkan lebih optimal. Berikut adalah saran yang dapat diberikan oleh penulis:

- a. Jika alokasi matakuliah berdasarkan paradigma untuk mahasiswa, maka lebih baik jika tidak semua matakuliah diikutsertakan agar semua matakuliah mendapatkan slot. Misal: Matakuliah MKH tidak diikutsertakan dalam proses alokasi.
- b. Alokasi ke dalam slot ruang dan waktu dilakukan secara terpisah. Paket-paket matakuliah dialokasikan terlebih dahulu ke dalam slot ruang, jika semua matakuliah sudah mendapatkan slot ruang maka dilanjutkan dengan proses alokasi ke dalam slot waktu. Hal itu dapat membuat pembagian ruang dan sesi lebih optimal.
- c. Ditambahkan fitur edit secara manual untuk mengalokasikan matakuliah tertentu secara manual. Misalnya untuk matakuliah yang tidak dapat dialokasikan oleh sistem.
- d. Grup matakuliah dan dosen yang mengampu grup tersebut ditentukan terlebih dahulu sebelumnya agar batasan halangan mengajar dosen yang dilihat hanya dosen yang mengajar di grup tersebut.
- e. Sistem mengalokasi paket-paket matakuliah dalam slot ruang berdasarkan status ruang. Agar penggunaan ruang lebih optimal, lebih baik jika alokasi berdasarkan daya tampung ruang.
- f. Proses alokasi pada sistem menyebabkan jumlah slot ruang kuliah berkurang apabila terdapat matakuliah praktikum, dimana ada matakuliah

lain yang memiliki dosen yang sama dengan matakuliah yang memiliki praktikum tersebut. Agar proses alokasi lebih optimal, lebih baik jika ditambahkan slot lab praktikum agar alokasi matakuliah praktikum tidak mengganggu alokasi matakuliah teori.

DAFTAR PUSTAKA

- R. Munarto and E. Permata, "Perancangan Sistem Penjadualan Kuliah di Jurusan Teknik Elektro Ft.Untrirta Menggunakan Teknik Pewarnaan Graph Algoritma Backtracking Welch-Powell," *Semin. Nas. Inov. Teknol. UN PGRI Kediri*, pp. 277-282, 2017.
- K. Harianto and T. S. E. Fatdha, "Penerapan Pewarnaan Simpul Graf untuk Menentukan Jadwal Ujian Skripsi pada STMIK AMIK Riau Menggunakan Algoritma Welch-Powell," *Sains dan Teknol. Inf.*, vol. 1, no. 2, pp. 48-54, 2015.
- N. Yannuansa and R. Ramadhani, "Penggunaan Graf Dalam Penjadwalan Perkuliahan Teknik Elektro Universitas Hasyim Asy'Ari," *J. Reaktom*, vol. 1, no. 2, pp. 33-35, 2018
- Damara, A., Damara, V., Sexana, A., & Yadav, N. (2014). GRAPH COLOURING PROBLEM: SOLUTION USING BACKTRACKING. *International Journal of Innovative Research in Computer Science & Application*, 1, 11-21.
- Malkawi, M., Hassan, M. A.-H., & Hassan, O. A.-H. (2008). A New Exam Scheduling Algorithm Using Graph Coloring. *The International Arab Journal of Information Technology*, 5, 80-87.
- Leighton, F. T. (1979, November). A Graph Coloring Algorithm for Large Scheduling Problems*. *JOURNAL OF RESEARCH of the National Bureau of Standards*, 84, 489-506.
- Gunawan, T. P. (2011). APLIKASI PEWARNAAN GRAPH UNTUK MENYUSUN JADWAL UJIAN SUATU PERGURUAN TINGGI. *Prosiding Konferensi Nasional "Inovasi dalam Desain dan Teknologi" - IDEaTech*, 24-31.
- Szép, T., & Mann, Z. Á. (2010). Graph coloring: the more colors, the better? *Proceedings of the 11th IEEE International Symposium on Computational Intelligence*, 119-124.

- Dharwadker, A. (2006). The Vertex Coloring Algorithm. Diakses pada 15 Agustus 2015, dari Ashay Dharwadker Web Site: http://www.dharwadker.org/vertex_coloring
- Lumbantobing, A. W. (2009). PENERAPAN PEWARNAAN GRAF DALAM PENJADWALAN. JURNAL ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI, VOL III NO.2, OKTOBER 2003.
- Astuti, S. (2011, Januari). PENYUSUNAN JADWAL UJIAN MATA KULIAH DENGAN ALGORITMA PEWARNAAN GRAF WELCH POWELL. Jurnal Dian, 11, 68-74.
- Jusuf, H. (2009, Juni). PEWARNAAN GRAPH SIMPUL UNTUK MENDETEKSI KONFLIK PENJADWALAN KULIAH. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2009 (SNATI 2009).
- As'ad, N. Aplikasi Pewarnaan Graf pada Pemecahan Masalah Penyusunan Jadwal. Diakses pada 15 Agustus 2015, dari: <http://informatika.stei.itb.ac.id/>
- Sari, D. S., Widyasari, W., & Ria, E. S. Penerapan Algoritma Backtracking pada Pewarnaan Graf. Diakses pada 15 Agustus 2015, dari: <http://informatika.stei.itb.ac.id>